

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-335719

(43) 公開日 平成8年(1996)12月17日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>  
H 0 1 L 33/00

識別記号 庁内整理番号

F I  
H 0 1 L 33/00

技術表示箇所

N

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平7-140967

(22) 出願日 平成7年(1995)6月8日

(71) 出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 中村 修二

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72) 発明者 梅本 整

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72) 発明者 山田 孝夫

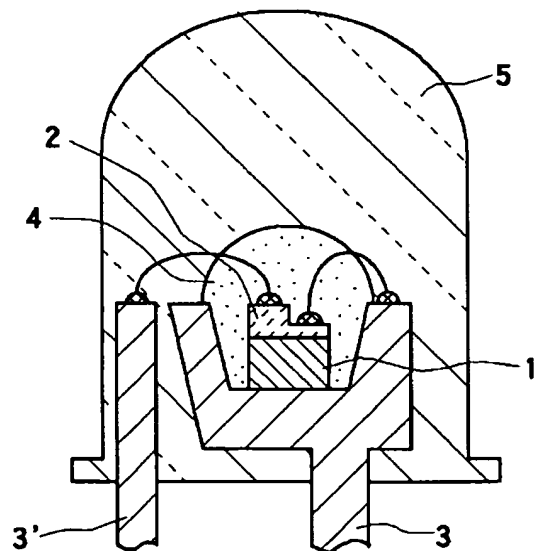
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 窒化物半導体発光ダイオード

(57) 【要約】

【目的】 窒化物半導体よりなる発光チップの電極の剥がれ、ワイヤーの切れ等を無くすことにより、長寿命で信頼性に優れた窒化物半導体LEDを提供する。

【構成】 基板上に窒化物半導体がヘテロエピタキシャル成長されて、同一面側に正、負一對の電極が設けられてなる発光チップが、少なくともその発光チップに接した第一の封止材料と、第一の封止材料に接した第二の封止材料とで包囲されており、前記第一の封止材料の比重を前記第二の封止材料の比重よりも小さくすることにより、発光チップの順方向電圧が使用最初の順方向電圧よりも低下する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に窒化物半導体がヘテロエピタキシャル成長されて、同一面側に正、負一對の電極が設けられてなる発光チップが、少なくともその発光チップに接した第一の封止材料と、第一の封止材料に接した第二の封止材料とで包囲されており、前記第一の封止材料の比重を前記第二の封止材料の比重よりも小さくすることにより、発光チップの順方向電圧が使用最初の順方向電圧よりも低下することを特徴とする窒化物半導体発光ダイオード。

【請求項2】 前記第一の封止材料の比重が1.1以下であることを特徴とする請求項1に記載の窒化物半導体発光ダイオード。

【請求項3】 前記発光チップの電極は外部より導出されたリード電極とワイヤーボンディングにより接続されていることを特徴とする請求項1に記載の窒化物半導体発光ダイオード。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は窒化物半導体 ( $\text{In}_x\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ,  $0 \leq x$ ,  $0 \leq y$ ,  $x+y \leq 1$ ) よりなる発光チップを有する発光ダイオード (LED) に関する。

【0002】

【従来の技術】 窒化物半導体よりなる高輝度青色LED、青緑色LEDが実用化されている。図3に従来の青色LED、青緑色LEDの代表的な構造を示す。発光チップは基本的にサファイア基板31と、そのサファイア基板31の上にダブルヘテロ構造となるようにヘテロエピタキシャル成長された窒化物半導体層32よりなり、窒化物半導体層32の同一面側から正、負両電極が取り出された、いわゆるフリップチップ方式である。この発光チップはフェイスアップとされて、リードフレーム33のカップ内に載置され、両電極はそれぞれワイヤーボンディングされて、リードフレーム33、33'と接続されている。発光チップは例えば耐候性のエポキシ樹脂よりなるモールド樹脂34で封止されてLEDとされている。このLEDは順方向電流 ( $I_f$ ) 20mAにおいて、順方向電圧 ( $V_f$ ) 3.6V、ピーク発光波長450～530nm、光度1cd以上、発光出力1.2mW以上と青色LED、青緑LEDでは過去最高の性能を示している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、窒化物半導体という新たな材料で高輝度な青色LED、青緑色の実現されると数々の問題が発生してきた。そのひとつに発光チップの電極にワイヤーボンディングされた金線のボールが剥がれやすくなったり、また電極が窒化物半導体と剥がれやすくなるという問題がある。これらの問題はLEDの信頼性を低下させる。また電極が剥がれかけてくると、LEDの  $V_f$  が次第に上がってきて、つい

にはオープンでLEDが不点灯となる。

【0004】 これらの問題の原因は発光チップの熱膨張係数と、モールド樹脂の熱膨張係数との差によるストレスから派生することが多い。通常、GaAs、GaAlAs、GaP等のホモエピタキシャル成長された材料よりなる従来の赤外、赤色、黄色LEDにおいては、発光チップとモールド樹脂間のストレスを緩和するために、発光チップ全体をまずシリコン樹脂のような柔らかい樹脂で包囲してから、エポキシ樹脂でモールドすることにより、前記問題を解決している。

【0005】 同様に窒化物半導体よりなる発光チップをシリコン樹脂でまず包囲して、エポキシ樹脂で包囲するのは常套手段であるが、青色、青緑色LEDは従来の長波長LEDと異なり、窒化物半導体と全く異なる基板に積層された、いわゆるヘテロエピタキシャル成長された発光チップを有するため、従来のシリコン樹脂で包囲しただけでは未だ満足できるものではなかった。

【0006】 従って本発明はこのような事情を鑑みて成されたものであり、その目的とするところは、窒化物半導体よりなる発光チップの電極の剥がれ、ワイヤーの切れ等を無くすことにより、長寿命で信頼性に優れた窒化物半導体LEDを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 我々は窒化物半導体が同一面側から電極を取り出したフリップチップ方式と、さらにヘテロエピであるという構造に問題が起因していることに着目し、発光チップの封止材料について種々の実験を重ねたところ、窒化物半導体特有の作用を見だし本発明を成すに至った。即ち本発明の窒化物半導体LEDは基板上に窒化物半導体がヘテロエピタキシャル成長されて、同一面側に正、負一對の電極が設けられてなる発光チップが、少なくともその発光チップに接した第一の封止材料と、第一の封止材料に接した第二の封止材料とで包囲されており、前記第一の封止材料の比重を前記第二の封止材料の比重よりも小さくすることにより、発光チップの順方向電圧が使用最初の順方向電圧よりも低下することを特徴とする。なお使用最初の  $V_f$  とはLED点灯直後の  $V_f$  を意味するものとする。

【0008】 さらに本発明において、第一の封止材料の比重が1.1以下であることを特徴とする。発光チップに直接接して包囲する封止材料の比重が1.1以下、さらに好ましくは1.0以下のものを選択すると、電極の剥がれ、ワイヤーの切れ等を防止すると共に、非常に効果的に発光チップの  $V_f$  を低下させることが可能となる。好ましい第一の封止材料としては、JIS-A硬度30以下の樹脂か、若しくはゲル状、又は液状の封止材料を選択し、その中でもシリコン樹脂、ゲル状シリコン樹脂、流動パラフィンを好ましく用いることができる。さらに第二の封止材料には第一の封止材料よりも比重および硬度の大きいエポキシ樹脂、低融点ガラスを好

ましく用いることができる。

【0009】さらに発光チップの電極は外部より導出されたリード電極とワイヤーボンディングにより接続されていることを特徴とする。リード電極とは、例えば通常のLEDであればリードフレーム、メタルポスト、ステム等を意味し、またチップタイプのLEDであれば、LEDを載置したプリント基盤、セラミック基盤上に印刷、蒸着等で形成されたリード電極等、外部電源と接続するために導出されたリード電極を意味するものとする。

【0010】本発明のLEDにおいて、窒化物半導体がヘテロエピタキシャル成長される基板には、例えばサファイア( $Al_2O_3$ )のC面、M面、A面、スピネル( $MgAl_2O_4$ )の(111)面等の絶縁性基板が使用でき、上記のように絶縁性基板の上に窒化物半導体を例えばホモ、シングルヘテロ、あるいはダブルヘテロ構造となるように積層することによりウェーハを作製できる。そのウェーハが基板から順にn層とp層とを積層した構造であれば、p層のエッチングを行い、n層を表面に露出させる。次に、同一面側に露出したp層と、n層とに常法に従い、正電極、負電極を形成した後、ウェーハを例えばダイサー、スクライパー等でチップ状に分離することにより、フリップチップ方式の発光素子を得ることができる。

【0011】

【作用】比重の小さい第一の封止材料で発光チップで包囲することによりVfを低下させられるのは次のような作用があると推察される。

【0012】窒化物半導体は従来よりp型半導体を得にくい材料であることが知られている。この原因はアクセプター不純物をドーブした窒化物半導体において、アクセプター不純物が水素と結合しており、アクセプターが不活性化されていることによる。このため、アクセプター不純物をドーブした窒化物半導体を熱的アニールすることにより、水素を追い出し低抵抗なp型を得ている。しかし、このアニール処理でも完全には水素原子を窒化物半導体から追い出すことは不可能であり、アニーリング処理後に多少の水素が結晶中に残留する。つまりp型窒化物半導体層中に残留する水素をアクセプターと切り離すことにより、抵抗値が下がるのでVfも低下する。詳しくは我々が先に出願した特開平5-183189号公報に記載している。

【0013】このようにして得られたp型層を有する発光チップに通電すると、n型層からp型層中に電子が注入される。通常電子はホールと結合して発光するが、その他p型層中に残留するアクセプター不純物と結合した水素イオンと結合することにより、水素イオンをアクセプターから切り離す。この水素は従来のエポキシ樹脂のような比重の大きい硬い樹脂で包囲されていると発光チップから出にくく、本発明のように柔らかい比重の小さ

い封止材料で封止されていると出やすくなるので、p型層がさらに低抵抗化してVfが低下していると推察される。この作用は窒化物半導体発光チップ特有の作用である。従って本発明の発光チップを包囲する材料には1.1以下の比重を有する封止材料を選択することが好ましい。

【0014】さらに、基板上にヘテロエピタキシャル成長された発光チップには強いストレスに係る。それは窒化物半導体と基板とが他の半導体材料に比べて非常に硬い性質を有しており、さらに半導体と基板との間の格子不整、熱膨張係数の差によるところが大きい。さらにまた発光チップはフリップチップ形式という従来のLEDにはない新規な構造を有している。そのためチップ自体の発熱、外部からの熱によるエポキシ樹脂の収縮等の要因により、ヘテロエピされた発光チップが反ったり、曲がったりすると電極部分には大きなストレスに係る。このストレスの緩衝材として比重の小さい第一の封止材料が作用する。これらの材料は特に柔らかい性質を有しており、ヘテロエピされた窒化物半導体発光チップに対して非常に有効に作用し電極の剥がれを防止して、LEDの信頼性を格段に向上させる。さらにまた、従来のように硬い材料で包囲されていると、発光チップの歪で電極が剥がれかけてくることにより、電極の接触抵抗が大きくなってVfが高くなるが、本発明のように特に柔らかい材料で包囲すると、電極が剥がれないので信頼性が向上する。

【0015】次に、本発明のLEDは発光チップの電極が外部より導出されたリード電極とワイヤーボンディングにより接続されている。つまり発光チップをフェイスアップとしてワイヤーボンディングした構造としている。このような発光チップは2箇所のワイヤーボンディングが行われているので、発光チップが反ったり曲がったりすると、金線が切れたり、ボールが電極から剥がれる確率は従来のLEDに比べて格段に大きくなる。従って、この発光チップに対して本発明を適用すると、前記のように金線の切れ、電極の剥がれ等を防止して信頼性を高めるのに非常に大きな効果がある。

【0016】

【実施例】

【実施例1】図1は本発明に係るLEDの構造を示す模式的な断面図であり、図1を元に実施例1について説明する。

【0017】MOCVD(有機金属気相成長)法により、サファイア基板1上にダブルヘテロ構造の窒化物半導体層2が積層され、その窒化物半導体2層の同一面側に正電極と負電極とが形成された350 $\mu$ m角の発光チップを多数用意する。

【0018】次にこの発光チップをダイボンダーにセットし、カップが設けられたリードフレーム3にフェイスアップしてダイボンダする。ダイボンダ後、リードフレ

ームをワイヤーボンダーに移送し、発光チップの負電極をカップの設けられたリードフレーム3に金線でワイヤーボンディングし、正電極をもう一方のリードフレーム3'にワイヤーボンディングする。

【0019】次にモールド装置に移送し、モールド装置のディスペンサーでリードフレーム3のカップ内に透明なシリコン樹脂4（JIS-A硬度22、比重1.10）を注入する。

【0020】シリコン樹脂注入後、予めエポキシ樹脂5（ロックウェル硬度M110、比重1.80）が注入されたモールド型枠の中にリードフレーム3、3'を浸漬した後、型枠をはずして樹脂を効果させ、図1に示すような砲弾型のLEDとする。

【0021】このLEDをIf60mAにおいて1000個点灯し強制試験を行った結果、点灯直後はVf4.5Vであったが、300時間経過後はVfが5%低下していた。さらに1000個中金線のボールの剥がれ、電極の剥がれ等は全く発生せず、発光出力の低下はなかった。

【0022】【実施例2】カップ内に注入する樹脂をゲル状シリコン樹脂（比重0.98、ゲル状の硬度はJIS-Aで表さない。）とする他は実施例1と同様にしてLEDを作製した。後は実施例1と同様にして強制試験を行ったところ、1000個全てにおいてボール剥がれ、電極剥がれ等は発生せず、またVfが5%低下していた。

【0023】【実施例3】図2は本発明の他の実施例に係るLEDの構造を示す模式的な断面図であり、具体的にはチップLEDの構造を示している。実施例3は図2を元に説明する。

【0024】実施例1と同様にサファイア基板1上にダブルヘテロ構造の窒化物半導体層2が積層され、その窒化物半導体2層の同一面側に正電極と負電極とが形成された350μm発光チップを多数用意する。

【0025】次にこの発光チップをダイボンダーにセットし、予めリード電極40、41が印刷形成されたセラミック基板23にフェイスアップしてダイボンディングする。ダイボンディング後、基板23をワイヤーボンダーに移送し、発光チップの負電極をカップリード電極40に金線でワイヤーボンディングし、正電極をもう一方のリード電極41にワイヤーボンディングする。

【0026】基板をモールド装置に移送し、モールド装置のディスペンサーでチップ全体を透明なゲル状シリコン樹脂24（比重0.98）でモールドする。

【0027】さらにそのゲル状シリコン樹脂24の上からエポキシ樹脂25（ロックウェル硬度M110、比重1.80）をディスペンサーでモールドした後、樹脂を効果させ、図2に示すようなチップタイプのLEDとする。

【0028】このLEDを同様にしてIf60mAにおいて1000個点灯し強制試験を行ったところ、点灯直後はVf4.5Vであったが、300時間経過後はVfが5%低下し、1000個中金線のボールの剥がれ、電極剥がれ等は全く発生せず、発光出力の低下はなかった。

【0029】

【発明の効果】本発明の特に予想もしなかった効果としては、Vfが低下したということである。青色LEDは他の長波長のLEDと比べて、Vfが高いというのが一般的な常識とされている。ところが本発明によるとVfを低下させることができたので、LEDを数多く使用したフルカラーディスプレイ、信号灯等の発光デバイスを実現した際に、消費電力を低減させることができる。

【0030】以上説明したように、本発明の窒化物半導体LEDは信頼性が高く、しかもVfが低いため、フルカラーディスプレイ、信号灯、その他各種光源等に使用すると、非常に優れた製品を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例に係るLEDの構造を示す模式断面図。

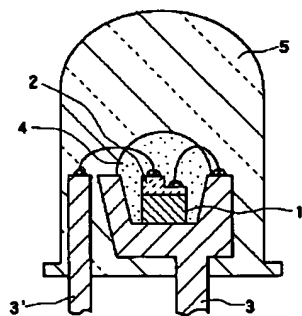
【図2】 本発明の他の実施例に係るLEDの構造を示す模式断面図。

【図3】 従来のLEDの構造を示す模式断面図。

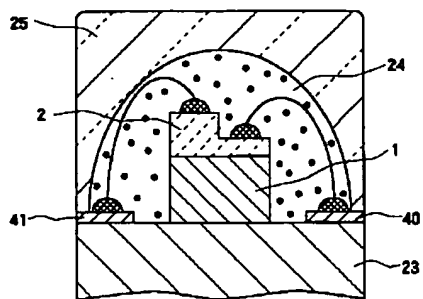
【符号の説明】

- 1・・・サファイア基板
- 2・・・窒化物半導体層
- 3、3'・・・リードフレーム
- 4・・・シリコン樹脂
- 5、25・・・エポキシ樹脂
- 23・・・セラミック基板
- 24・・・ゲル状シリコン樹脂
- 40、41・・・リード電極

【図1】



【図2】



【図3】

